

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ АВТОНОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	8 семестр - 24 часа;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 89,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Дискуссия	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Смирнов С.Е.
	Идентификатор	Rb75d7171-SmirnovSY-bebf2b9b

С.Е. Смирнов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

И.И. Ланская

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В. Кулешов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение научно-технических основ создания автономных энергетических установок для последующей их разработки, проектирования и эксплуатации.

Задачи дисциплины

- изучить физико-химические основы процессов, протекающих в автономных энергетических установках;
- ознакомиться с энергосберегающими технологиями, реализуемыми в автономной энергетике;
- освоить способы оптимизации процессов в автономных энергетических системах;
- освоить методику проведения расчетов, анализировать процессы и производить выбор оптимальных решений;
- научиться принимать и обосновывать конкретные технические решения по подбору материалов, их синтезу и обработке, а также энергосберегающих технологий создания элементов, узлов и агрегатов автономных энергетических систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-1ПК-3 соблюдает правила технологической и производственной дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	знать: - материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку, условия их эксплуатации. уметь: - осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, выбирать необходимые материалы и энергосберегающие технологии.
ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-2ПК-3 соблюдает правила трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	знать: - правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов. уметь: - выполнять правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов.
ПК-3 Способен к обеспечению технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-3ПК-3 демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности автономных энергетических систем и их элементов	знать: - основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока. уметь: - использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автономные энергетические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физико.-математический аппарат по дисциплинам химия, физика, теоретическая электрохимия

- уметь самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности ; использовать информационные технологии в своей предметной области

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.	27	8	7	-	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты." материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты." <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадach по разделу "Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-26,65-72 [2], стр. 7-35. [3], стр. 68-73
1.1	Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.	27		7	-	-	-	-	-	-	-	-	20	

														[4], стр. 191-210 [5], стр.386-398
2	Литиевый электрод. Катоды первичных элементов	27		7	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Литиевый электрод. Катоды первичных элементов" материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Литиевый электрод. Катоды первичных элементов" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Литиевый электрод. Катоды первичных элементов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 152-172. [3], стр. 50-65. [4], стр.401-412.
2.1	Литиевый электрод. Катоды первичных элементов	27		7	8	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов	27		7	12	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов" материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу
3.1	Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов	27		7	12	-	-	-	-	-	-	8	-	

														"Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 16-27, стр. 191-210
4	Аккумуляторы. Автономные энергетические системы	27		7	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Аккумуляторы. Автономные энергетические системы" материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Аккумуляторы. Автономные энергетические системы" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Аккумуляторы. Автономные энергетические системы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 228-262. [2], стр. 567-582.
4.1	Аккумуляторы. Автономные энергетические системы	27		7	4	-	-	-	-	-	-	16	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	

	Всего за семестр	144.0		28	24	-	-	2	-	-	0.5	56	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	24	-	2		-		0.5		89.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.

1.1. Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.

Классификация топливно- энергетических ресурсов. Возобновляемые энергетические ресурсы. Произведенные энергетические ресурсы. Энергетика России и актуальность энергосбережения. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии. Основные понятия и определения. Электроды, активные вещества, активные массы, электролиты, сепараторы. Основные технологические операции в производстве первичных ХИТ. Основные этапы производства аккумуляторов. Перспективные типы первичных и вторичных ХИТ. Свойства апротонных растворителей. Неорганические соли, неорганические растворители-электролиты. Приготовление электролитов на основе АДР. Электрохимическая и химическая устойчивость электролитов. Классификация полимерных электролитов . Синтез полимеров. Гель- полимерные электролиты. Твердополимерные электролиты. Способы изготовления и методика испытания. Основные характеристики. Влияние на функционирование катода и анода..

2. Литиевый электрод. Катоды первичных элементов

2.1. Литиевый электрод. Катоды первичных элементов

Физико-химические свойства лития. Взаимодействие лития с газовой средой. Методы контроля атмосферы, выбор атмосферы для работы с литием. Способы исследования коррозии лития. Влияние предыстории образца. Влияние содержания воды в электролите. Влияние растворителя и электролита. Термодинамика литиевого электрода. Электрохимическая кинетика. Поляризационные зависимости. Фторированный электрод. Катоды на основе окислителей. Полимерные катоды. Катоды на основе оксидов металлов. Катоды на основе сульфидов и халькогенидов металлов. Серный электрод. Токи разряда систем с оксидами металлов, сульфидами и халькогенидами металлов.

3. Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов

3.1. Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов

Основные характеристики элементов. Способы сборки и испытаний. Типы элементов. Мощность, энергия и емкость элементов. Сравнительный анализ элементов с неорганическими электролитами окислителями (диоксид серы, тионил хлорид). Стоимостные характеристики. Элементы с фторированным углеродом и диоксидом марганца. Достоинства и недостатки каждого типа элемента. Области применения и перспективы усовершенствования. Шпинели и аморфные структуры литированного диоксида марганца. Слоистые структуры литированных оксидов кобальта, ванадия, никеля. Способы приготовления: твердофазный, золь-гель метод, гидротермальный. Литий-металл фосфаты. Способы приготовления. Исследование структурных характеристик. Изготовление электродов на основе литий-металл фосфатов..

4. Аккумуляторы. Автономные энергетические системы

4.1. Аккумуляторы. Автономные энергетические системы

Обратимость литиевого электрода. Литиевые аккумуляторы . Литий - ионные аккумуляторы. Аноды на основе углеродных материалов. Другие активные материалы. Основные достижения и проблемы. Энергосбережение при энергопотреблении. Комбинированные энергетические установки. Мировой рынок и перспективы развития автономных энергетических систем.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Метод синтеза литий - ванадиевой бронзы (8 час);
2. Исследование твердополимерного электролита (8 час);
3. Исследование твердофазных электродов (4 час);
4. Исследование литиевого аккумулятора (4 час).

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Литиевый электрод. Катоды первичных элементов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аккумуляторы. Автономные энергетические системы"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
материалы, применяемые в химических источниках тока, их классификацию и маркировку, условия их эксплуатации	ИД-1ПК-3		+			Дискуссия/Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания
правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-2ПК-3			+		Дискуссия/Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата
основные источники научно-технической информации по химическим источникам тока	ИД-3ПК-3	+				Дискуссия/Первичный элемент
Уметь:						
осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, выбирать необходимые материалы и энергосберегающие технологии	ИД-1ПК-3	+				Дискуссия/Защита лабораторных работ
выполнять правила трудовой дисциплины и техники безопасности при эксплуатации автономных энергетических систем и их элементов	ИД-2ПК-3		+	+	+	Дискуссия/Защита лабораторных работ
использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и расчета ХИТ	ИД-3ПК-3			+		Дискуссия/Защита лабораторных работ

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)
2. Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания (Дискуссия)
3. Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата (Дискуссия)
4. Первичный элемент (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Коровин, Н. В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки / Н. В. Коровин. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 280 с. - ISBN 5-7046-1185-0.;
2. Химические источники тока : Справочник / Ред. Н. В. Коровин, А. М. Скундин. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 740 с. - ISBN 5-7046-0899-X.;
3. Ланская, И. И. Лабораторный практикум по прикладной химии : учебное пособие по курсам "Коррозия и защита металлов в энергетике", "Энергосберегающая автономная энергетика" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. И. Ланская, И. А. Пуцылов, С. Е. Смирнов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2012. – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1355-8.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4489>;
4. Дамаскин, Б. Б. Основы теоретической электрохимии : учебное пособие для химических специальностей вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий. – М. : Высшая школа, 1978. – 239 с.;
5. Коровин Н. В., Кулешов Н. В., Гончарук О. Н., Камышова В. К., Ланская И. И., Мясникова Н. В., Осина М. А., Удрис Е. Я., Яштулов Н. А.- "Общая химия. Теория и задачи", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (492 с.)
<https://e.lanbook.com/book/158949>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-413/11, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, доска меловая, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, инвентарь учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-409, Учебная аудитория каф. "ХиЭЭ"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	А-413/3, Компьютерный класс каф. "ХиЭЭ"	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, компьютер персональный
Помещения для консультирования	А-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ХиЭЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергосберегающая автономная энергетика

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Первичный элемент (Дискуссия)

КМ-2 Литиевый аккумулятор с катодом на основе литированного оксида металла. Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания (Дискуссия)

КМ-3 Литий- полимерный аккумулятор с катодом на основе литий-металл фосфата (Дискуссия)

КМ-4 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	13
1	Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.					
1.1	Автономная энергетика. Химические источники тока. Электролиты.		+			+
2	Литиевый электрод. Катоды первичных элементов					
2.1	Литиевый электрод. Катоды первичных элементов			+		+
3	Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов					
3.1	Характеристики элементов. Катоды литиевых аккумуляторов				+	+
4	Аккумуляторы. Автономные энергетические системы					
4.1	Аккумуляторы. Автономные энергетические системы					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25